

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

⑤ Int. Cl.<sup>8</sup>:  
G 03 F 1/00

⑧ EP 0 334 680 B1

⑩ DE 689 23 638 T 2

②	Deutsches Aktenzeichen:	689 23 638.7
⑥	Europäisches Aktenzeichen:	89 303 016.3
⑧	Europäischer Anmeldetag:	28. 3. 89
⑧	Erstveröffentlichung durch das EPA:	27. 9. 89
⑧	Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	2. 8. 95
④	Veröffentlichungstag im Patentblatt:	18. 1. 96

DE 689 23 638 T 2

③ Unionspriorität: ③ ③ ③  
25.03.88 JP 69758/88 25.03.88 JP 69759/88

⑦ Patentinhaber:  
Canon K.K., Tokio/Tokyo, JP

⑦ Vertreter:  
Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner, 80336 München

⑧ Benannte Vertragsstaaten:  
DE, FR, GB, NL

⑦ Erfinder:  
Amemiya, Mitsuki, Atsugi-shi Kanagawa-ken, JP;  
Uzawa, Shunichi, Setagaya-ku Tokyo, JP

④ Korrekturverfahren für Maske.

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 689 23 638 T 2

Diese Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und auf eine Vorrichtung zum Prüfen und/oder Ausbessern einer Maske oder einer Strichplatte (nachstehend als "Maske" bezeichnet), die  
10 beispielsweise bei der Herstellung von Halbleiter-Mikroschaltkreisen verwendbar ist, und die ein Muster aufweist, das auf ein Werkstück, wie etwa beispielsweise auf einen Halbleiter-Wafer zu übertragen ist.

15 Neben der Steigerung im Grad der Dichte und der Kapazität integrierter Mikroschaltkreise ist es ein wichtiger Faktor, die Qualität einer verwendeten Maske zu verbessern. Somit steigt bei verschiedenen Maskenherstellungsprozessen die Bedeutsamkeit der Prüfung und Ausbesserung eines  
20 Maskenmusters. Hinsichtlich der Maskenprüfung und -ausbesserung wurden viele Vorschläge unterbreitet. Bezüglich der Maskenprüfung ist ein Verfahren im "The Transaction of The Institute of Electromix and Communication Engineers of Japan" 80/12, Band J63-C, Nr. 12, Seite 817, vorgeschlagen,  
25 demzufolge eine Röntgenstrahl-Maske mit einem Muster einer Linienbreite im Submikrometerbereich unter Verwendung eines Elektronenstrahls hoher Auslösung überprüft wurde.

Ein Beispiel einer Maskenprüfvorrichtung einer herkömmlichen  
30 Bauart ist in Fig. 2 gezeigt. In dieser Figur ist mit 1 ein Maskenrahmen; mit 2 ein Maskensubstrat; mit 3 ein Maskenmuster; mit 4 eine Röntgenstrahlmaske; mit 6 ein Elektronenstrahl (ein Strahl mit geladenen Partikeln); und mit 7 eine Sekundärelektronenermittlungsvorrichtung für die  
35 Ermittlung von Sekundärelektronen gezeigt, die von einem untersuchten Muster (nachstehend als "Arbeitsmuster" bezeichnet) ausgestrahlt wurden, und zwar als Ergebnis der Bestrahlung derselben mit dem Elektronenstrahl 6. Mit 8 ist eine Elektronenkanone; mit 9 eine Elektronenlinse; mit 12 ein  
40 Sekundärelektronensignalverarbeitungsschaltkreis für die ... Umwandlung jener, bei der

- Sekundärelektronenermittlungsvorrichtung 7 erhaltenen Signale in Arbeitsmusterdaten für die Vergleichsüberprüfung; mit 15 ein Arbeitsmusterdatenspeicherschaltkreis für das Halten der Arbeitsmusterdaten; mit 13 ein
- 5 Referenzmusterdatenhalteschaltkreis für das Halten von Referenzmusterdaten, die gemäß Entwurfsdaten herstellbar sind, die das zu überprüfende Muster betreffen; mit 14 ein Musterfehlerstellenermittlungsschaltkreis für die Ermittlung jeglicher Fehlerstellen eines Musters, und zwar auf der
- 10 Grundlage eines Vergleichs von Arbeitsmusterdaten mit Referenzmusterdaten; und mit 16 ein Computer für die Steuerung des gesamten Systems bezeichnet.

- Während des Betriebs werden von der Elektronenkanone 8
- 15 ausgestrahlte Elektronen in einem Strahl konzentriert, und zwar mittels einer Linse 9 (nachstehend ist der Strahl konzentrierter Elektronen als "Elektronenstrahl" bezeichnet), wobei der Elektronenstrahl anschließend ein zu überprüfendes Muster bestrahlt. Als Ergebnis der Bestrahlung des Musters
- 20 mit dem Elektronenstrahl werden Sekundärelektronen erzeugt, die danach mittels der Sekundärelektronenermittlungsvorrichtung 7 ermittelt werden, wodurch entsprechende Signale erzeugt werden. Jene ermittelten Signale werden mittels des
- 25 Sekundärelektronensignalverarbeitungsschaltkreises 12 in Musterdaten umgewandelt, die sich auf die überprüften Muster (Arbeitsmuster) beziehen, wobei die Daten mittels des Arbeitsmusterdatenspeicherschaltkreises 12 gehalten werden. Danach werden im Musterfehlerstellenermittlungsschaltkreis 14
- 30 die Musterdaten mit einem mittels des Referenzmusterdatenspeicherschaltkreises 13 gehaltenen Referenzmusterdaten verglichen, wobei jegliche überprüfte Fehlerstelle des Musters (Maskenmusters) ermittelt wird.
- 35 Andererseits wurde als Maskenausbesserungssystem im "Electron-Beam, X-ray and Ion-Beam Techniques for Submicrometer Lithographies", SPIE, Band 471, 127; 111 (1984), ein Vorschlag unterbreitet, wonach ein Laserstrahl der ein konvergent-Ionenstrahl verwendet wird.

Diese herkömmlichen Maskenprüfungs- und Ausbesserungssysteme schließen folgende Unbequemlichkeiten ein.

Die herkömmlichen Maskenprüfungssysteme haben nämlich  
5 keinerlei spezielle Einrichtungen für die Durchführung einer  
Maskenausbesserung. Daher ist es für die Maskenausbesserung  
notwendig, während der Maskenprüfung erhaltene Daten zu einem  
separaten Maskenausbesserungssystem zu übermitteln, damit es  
jegliche ermittelte Fehlerstelle ausbessert. Dies ergibt die  
10 folgenden Nachteile:

(1) Neben einer Maskenprüfungsvorrichtung ist die  
Verwendung einer Maskenausbesserungsvorrichtung notwendig und  
ist aus diesem Grunde die gesamte Anordnung für die  
15 Maskenprüfung und Maskenausbesserung sperrig und teuer; und

(2) in einer Maskenausbesserungsvorrichtung ist es  
notwendig, die Fehlerstelle unter Verwendung der dorthin  
übermittelten Daten nochmals zu ermitteln. Dies führt zu  
20 einer längeren Ausbesserungszeit.

Was die Maskenausbesserung selbst betrifft, bestehen  
andererseits folgende Probleme:

25 (i) Die einen Laserstrahl oder einen Ionenstrahl  
verwendende Maskenausbesserung ist dafür anfällig, eine Maske  
unzulässig zu beschädigen, wodurch sich eine Verzerrung der  
Maske ergibt. Dies erzeugt eine zusätzliche Fehlerstelle;

30 (ii) Ferner kann die Ausbesserung unter Verwendung eines  
Laserstrahl lediglich ein ungewolltes Muster entfernen und  
ist überdies die Machart des ausbesserbaren Musters begrenzt;  
und

35 (iii) bei der Maskenausbesserung unter Verwendung eines  
Ionenstrahls ist es aufgrund der Eigenschaft des Ionenstrahl  
nicht möglich, den Ionenstrahl auf einen ausreichend geringen  
Strahlendurchmesser zu konvergieren und ist aus diesem Grunde  
die Anwendung eines Ionenstrahl nicht sehr zweckmäßig, um  
40 eine Maske mit einem Muster einer Linienbreite im

Submikrometerbereich, wie etwa einer Röntgenstrahlmaske, auszubessern.

In der JP-A-55 68032 ist eine Elektronenstrahlvorrichtung  
5 für die Herstellung, Überprüfung und Korrektur einer Maske  
gezeigt.

#### Zusammenfassung der Erfindung

10 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein  
Maskenprüfungs- und Ausbesserungsverfahren und eine  
Vorrichtung zu schaffen, mittels welcher, mit einfacher  
Struktur, die Maskenausbesserung effizient und mit  
verringerten Kosten durchführbar ist.

15 Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein  
Maskenausbesserungsverfahren und eine Vorrichtung zu  
schaffen, mittels welcher, ohne Beschädigung einer Maske,  
sowohl die Entfernung des ungewollten Musters (oder  
20 Musterabschnittes) als auch die Wiederfestlegung  
(Komplementation) eines fehlenden Musters (oder  
Musterabschnittes) effizient und zuverlässig durchführbar  
ist.

25 Gemäß einer Zielsetzung der vorliegenden Erfindung ist, um  
zumindest eine dieser Aufgaben zu erreichen, eine  
Einzelvorrichtung mit sowohl einer Maskenprüfungsfunktion als  
auch einer Maskenausbesserungsfunktion vorgesehen, wobei für  
die Maskenprüfung und -ausbesserung, ein Elektronenstrahl auf  
30 spezielle Weise verwendet wird.

Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zum Prüfen einer Maske  
geschaffen worden, die ein auf einem Substrat wahlweise  
gebildetes Maskenmuster hat und zum Ausbessern jeglicher  
35 Fehlerstelle der Maske, wobei das Verfahren folgende Schritte  
aufweist:

Beschichten der Maske mit einem Schutzlack-Material,  
welches mittels Bestrahlung aktivierbar ist;

Prüfen jeglicher Fehlerstelle des Maskenmusters unter  
40 Verwendung eines Elektronenstrahls, wobei die Intensität des

auf die Maske auftreffenden Elektronenstrahls auf ein Niveau festgelegt ist, so daß im wesentlichen keine Verringerung der Filmdicke des Schutzlack-Materials erzeugt wird, während es entwickelt wird;

5       wahlweises Bestrahlen eines Abschnittes der Schutzlackbeschichtung nach dem Prüfen, und zwar entsprechend einer ermittelten Fehlerstelle, falls überhaupt, mit einem Elektronenstrahl mit einer Intensität auf einem Niveau, das eine Verringerung in der Filmdicke des Schutzlack-Materials  
10 erzeugt, während es entwickelt wird;

Entwickeln des Abschnittes der Schutzlackbeschichtung, die mit dem Elektronenstrahl wahlweise bestrahlt wurde, um die ermittelte Fehlerstelle aufzudecken; und  
15       Ausbessern der aufgedeckten Fehlerstelle.

Es zeigen:

20       Fig. 1 eine schematische Ansicht der generellen Anordnung eines ersten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 eine schematische Ansicht einer generellen  
25 Anordnung einer Prüfungsvorrichtung einer Maske herkömmlicher Bauart;

Fig. 3 eine schematische Ansicht eines zweiten  
erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels;  
30

Fig. 4 eine schematische Ansicht eines dritten  
erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels;

Fig. 5 eine schematische Ansicht eines vierten  
35 erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels;

Fig. 6 einen Graphen der Beziehung zwischen der Menge  
des ausgestrahlten Elektronenstrahls und der  
Entwicklungsgeschwindigkeit;  
40

Fig. 7 eine schematische Ansicht eines fünften erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels;

Fig. 8 eine schematische Ansicht eines sechsten  
5 erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

Fig. 1 zeigt eine generelle Anordnung eines ersten  
10 erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels, wobei gleiche Bezugszeichen wie jene aus Fig. 2 entsprechende oder ähnliche Teile bezeichnen.

In Fig. 1 ist mit 1 ein Maskenrahmen; mit 2 ein  
15 Maskensubstrat; ein 3 ein Maskenmuster; mit 4 eine Maske; mit 5 eine lichtempfindliche oder strahlungsempfindliche Schicht, die auf das Maskenmuster 3 und auf das Maskensubstrat 2 angewendet ist; mit 6 ein Elektronenstrahl; mit 7 eine Sekundärelektronenermittlungsvorrichtung; mit 8 eine  
20 Elektronenkanone; mit 9 eine Elektronenlinse; mit 10 ein Steuerschaltkreis zum Steuern der Größenordnung oder Rate des Stroms eines Elektronenstrahls; mit 11 ein Ablenkungssteuerschaltkreis; mit 12 ein Sekundärelektronensignalverarbeitungsschaltkreis; mit 13 ein  
25 Referenzmusterdatenhalteschaltkreis; mit 14 ein Musterfehlerstellenermittlungsschaltkreis; mit 15 ein Arbeitsmusterdatenspeicherschaltkreis; mit 16 einen Computer; mit 17 eine Kollektivlinse; mit 18 eine Ablenkungselektrode; mit 19 eine Halteeinrichtung; mit 22 eine X-Y Stufe, die  
30 mittels einer nicht gezeigten Antriebseinrichtung bewegt wird; mit 20 einen X-Y-Stufenantriebssteuerschaltkreis und mit 21 eine Kammer gezeigt.

Die Maske 4, die einer Prüfung unterworfen wird, wird  
35 beschichtet, und zwar auf ihrer Seite mit einem Maskenmuster 3, mit einer lichtempfindlichen oder strahlungsempfindlichen Schicht. Von der Elektronenkanone 8 ausgestrahlte Elektronen werden mittels der Elektronenlinse 9 in einen Konvergentstrahl (nachstehend als "Elektronenstrahl"  
40 bezeichnet) konzentriert und, nachdem sie mittels dem



Ablenkungssteuerschaltkreis 11 abgelenkt wurden, auf die Maske 4 projiziert. Zu diesem Zeitpunkt wird mittels des Steuerschaltkreises 10 die Größenordnung des Stroms des Elektronenstrahls eingestellt, und zwar unter

5 Berücksichtigung der Abtastgeschwindigkeit, der Beschleunigungsspannung und dergleichen, so daß eine wesentliche Verringerung in der Filmdicke der lichtempfindlichen Schicht 5 verhindert wird, wenn sie in einem späteren Stadium entwickelt wird. Diese Einstellung

10 kann durch Änderung der Linsenstärke der Kollektivlinse 17 durchgeführt werden. Sekundärelektronen, die als Ergebnis der Bestrahlung der Maske 4 mit dem Elektronenstrahl 6 geschaffen werden können, werden mittels der

Sekundärelektronenermittlungsvorrichtung 7 ermittelt. Die

15 somit ermittelten Signale können auf bekannte Weise mittels des Sekundärelektronensignalverarbeitungsschaltkreises 12 verarbeitet werden, und zwar wie jene bei der Datenverarbeitung in einer Meßvorrichtung, wie etwa einem SEM (Abtastelektronenmikroskop). Die mittels der

20 Signalverarbeitung erhaltenen Daten werden im Musterfehlerstellenermittlungsschaltkreis 14 mit den Daten (Referenzmusterdaten) verglichen, die mittels des Bezugsmusterdatenhalteschaltkreises 13 gehalten werden, wodurch jegliche Fehlerstelle des Musters ermittelbar ist.

25 Daraufgehend wird auf der Grundlage der mit jeglicher ermittelter Fehlerstelle des Musters in Beziehung stehenden Daten der Ablenkungssteuerschaltkreis 11 betätigt, um den Elektronenstrahl 6 steuerbar abzulenken, um den Abschnitt der lichtempfindlichen Schicht 5 mit dem Elektronenstrahl zu

30 belichten, und zwar entsprechend dem ermittelten Fehlerstellenabschnitt, um die Fehlerstelle auszubessern. Zu diesem Zeitpunkt wird mittels des Steuerschaltkreises 10 die Größenordnung des Stroms des Elektronenstrahls gesteuert, während die Abtastgeschwindigkeit, die

35 Beschleunigungsspannung und dergleichen berücksichtigt wird, so daß ein größerer Strom fließt als zu dem Zeitpunkt der Ermittlung der Fehlerstellen des Musters. Mit anderen Worten wird der Strom auf eine derartige Größenordnung gesteuert, daß die Filmdicke der lichtempfindlichen Schicht 5 verringert

wird, wenn sie in einem späteren Stadium entwickelt wird. Einzelheiten darüber werden später beschrieben.

Die in beschriebener Weise belichtete Maske 4 wird  
5 anschließend einer Entwicklung der lichtempfindlichen Schicht  
5 ausgesetzt, wobei danach eine Musterkorrektur oder -  
ausbesserung mittels einer Ätzung oder eines  
Beschichtungsprozesses, eines Entfernungsprozesses oder  
dergleichen durchgeführt wird.

10

Während die Abtastgeschwindigkeit, die  
Beschleunigungsspannung und dergleichen berücksichtigt  
werden, werden unterschiedliche Größenordnungen des Stroms  
des Elektronenstrahls zum Zeitpunkt der Prüfung und zum  
15 Zeitpunkt der Ausbesserung festgelegt, um eine beträchtliche  
Sensibilisierung des auf die Maskenoberfläche aufgetragenen  
lichtempfindlichen Materials während der Prüfung zu  
verhindern und um andererseits die Sensibilisierung des  
lichtempfindlichen Materials beim Ausbesserungsprozeß zu  
20 gewährleisten, um mittels der Entwicklung eine Verringerung  
in der Filmdicke zu verursachen. Dies ist durchgeführt  
worden, um eine passende Menge von ausgestrahlten  
Elektronenstrahlen (Dosis pro Flächeneinheit der  
Schutzlackoberfläche) für die Prüfung und Ausbesserung  
25 variabel zu definieren. Die Dosiseinstellung ist natürlich  
dadurch durchführbar, daß die Abtastgeschwindigkeit des  
Elektronenstrahl geändert wird, daß die Abtastzeiten mit dem  
Laserstrahl geändert werden oder daß die  
Beschleunigungsspannung geändert wird.

30

Während bei dem beschriebenen Beispiel  
Sekundärelektronenstrahlen von einer Maskenoberfläche für die  
Ermittlung jeglicher Fehlerstellen eines Maskenmusters  
ermittelt werden, sind die zu ermittelnden Signale nicht auf  
35 die Sekundärelektronik beschränkt. Beispielsweise sind  
Signale von, durch eine Maske übermittelten Elektronen,  
reflektierten Elektronen, Auger-Elektronen oder  
fluoreszenden Röntgenstrahlen ermittelbar.

- Nachstehend wird die Art und Weise der Maskenausbesserung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben, welche die anhand des ersten Ausführungsbeispiels beschriebene Maskenprüfungs- und
- 5 Ausbesserungsvorrichtung verwendet. Im nachstehend beschriebenen zweiten Ausführungsbeispiel wird als Material einer lichtempfindlichen oder strahlungsempfindlichen Schicht ein Positivschutzlack verwendet.
- 10 In Fig. 3 zeigen die Teile (a) - (f) schematisch die in Abfolge durchzuführenden Schritte gemäß dem Maskenausbesserungsverfahren des zweiten Ausführungsbeispiels.
- 15 In Fig. 3 ist mit 31 ein Maskensubstrat; mit 32 eine Beschichtungssubstratschicht; und mit 33 ein Maskenmuster bezeichnet. Das Maskensubstrat 31, die Beschichtungssubstratschicht 32 und das Maskenmuster 33 bilden in Kombination eine Maske 34. Die Maske 34 ist mittels
- 20 eines nicht gezeigten Rahmens gestützt. Mit 35 ist eine lichtempfindliche oder strahlungsempfindliche Schicht bezeichnet, die die Oberfläche der Maske 34 an deren einer Seite abdeckt, an welcher das Maskenmuster gebildet ist. Mit
- 25 36 ist ein Elektronenstrahl bezeichnet, der mittels einer Ablenkungseinrichtung 18 abgelenkt wird, um dadurch die Maskenoberfläche abzutasten. Mit 7 ist eine Sekundärelektronen-(reflektierte Elektronen)-
- 30 Ermittlungseinrichtung für die Ermittlung von Sekundärelektronen oder reflektierten Elektronen bezeichnet, die von der Maskenoberfläche ausgestrahlt werden, wenn sie mittels dem Elektronenstrahl abgetastet wird. Mit A ist eine
- 35 Fehlerstelle bezeichnet (die als "transparente Fehlerstelle" bezeichnet ist), bei welcher ein Muster, das normalerweise vorhanden ist, fehlt.
- Der gemäß diesem Ausführungsbeispiel durchzuführende Prozeß wird nach der Reihenfolge (a) - (f) der Fig. 3 erklärt.

Schritt (a)

Zuerst wird ein lichtempfindliches Material auf eine Maske 34 aufgetragen, um darauf eine lichtempfindliche Schicht 35 zu bilden.

5 Schritt (b)

Zweitens wird die Maske 34 mit einem Elektronenstrahl 36 abgetastet und werden Sekundärelektronen, die als Ergebnis der Bestrahlung eines Maskenmusters 33 mittels des Elektronenstrahls 36 erzeugt werden, mittels der Sekundärelektronenermittlungseinrichtung 7 (Fig. 3, Teil (b)) ermittelt. Zu diesem Zeitpunkt wird die Größenordnung des Stroms des Elektronenstrahls 36 eingestellt, während die Abtastgeschwindigkeit, die Beschleunigungsspannung und dergleichen berücksichtigt wird, und zwar auf ein derartiges Niveau, bei welchem im wesentlichen keine Änderung in der lichtempfindlichen Schicht 35 stattfindet, wenn diese entwickelt wird (d.h. sie wird nicht wesentlich sensibilisiert). Die mittels der Sekundärelektronenermittlungseinrichtung 7 ermittelten Signale werden dann mittels des Sekundärelektronensignalverarbeitungsschaltkreises 12 verarbeitet und die derart erhaltenen Daten in dem Musterfehlerstellenermittlungsschaltkreis 14 mit Referenzmusterdaten verglichen, wodurch jegliche Fehlerstelle des Musters ermittelt wird. In diesem speziellen Beispiel wird das Fehlen des mit A bezeichneten Musterabschnittes ermittelt.

30 Schritt (c)

Darauffolgend wird auf Grundlage eines Ermittlungssignals entsprechend der ermittelten Fehlerstelle ein Elektronenstrahl auf dem Abschnitt A (Fig. 3, Teil (c)) ausgeübt. Zu diesem Zeitpunkt wird die Menge des ausgestrahlten Elektronenstrahls (d.h. Dosis D1) auf einen Betrag eingestellt, der im wesentlichen dem gleicht, der bei der gewöhnlichen Elektronenstrahlbelichtung (Drucken) zu erzeugen ist. Dabei wird die Größenordnung des Stroms des Elektronenstrahls auf ein derartiges Niveau festgelegt,

mittels welchem die lichtempfindliche oder strahlungsempfindliche Schicht 35 ausreichend sensibilisiert ist.

5 Schritt (d)

Danach wird die Maske 34 einem Entwicklungsprozeß unterworfen, wodurch das Material der lichtempfindlichen Schicht 35 entfernt wird (Fig. 3 (d)).

10

Schritt (e)

Darauffolgend wird ein Maskenmuster 33a vorbestimmter Dicke am Abschnitt A (der Bereich des lichtempfindlichen Materials  
15 der entfernt worden ist) gebildet, wobei dies durch Beschichten oder auf andere Weise (Fig. 3, Teil (e)) durchgeführt wurde. In diesem speziellen Beispiel, in dem ein Beschichtungsprozeß zu verwenden ist, wird vorzugsweise eine Galvanobeschichtung oder eine chemische Beschichtung  
20 angewendet. Dies ist ebenso bei weiteren Ausführungsbeispielen der Fall, die später beschrieben werden.

Schritt (f)

25

Schließlich werden die lichtempfindliche Schicht 35 und die Beschichtungssubstratschicht 32, wie erforderlich, entfernt, wodurch die Maskenausbesserung durchgeführt ist (Fig. 3, Teil (f)).

30

Die Teile (a) - (f) aus Fig. 4 zeigen die Schritte eines Prozesses, der gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung durchzuführen ist. Dieses  
Ausführungsbeispiel ist ein Beispiel, bei dem ein ungewolltes  
35 oder nicht notwendiges Muster (welches als "nicht transparente Fehlerstelle" bezeichnet ist) entfernt wird.

Schritt (a)

Der Inhalt dieses Schrittes ist im wesentlichen der gleiche wie der im vorstehend beschriebenen zweiten Ausführungsbeispiel.

5 Schritt (b)

Danach wird, wie im zweiten Ausführungsbeispiel, die Oberfläche einer Maske 34 mit einem Elektronenstrahl 36 abgetastet und auf der Grundlage der Ermittlung mittels der  
10 Sekundärelektronenermittlungsvorrichtung 7 jegliche Fehlerstelle des Maskenmusters ermittelt (Fig. 4, Teil (b)). Auf diese Weise wird in diesem speziellen Beispiel eine nicht transparente Fehlerstelle (nicht notwendiges Muster 37), das mit B bezeichnet ist, ermittelt.

15

Schritt (c)

Darauffolgend wird auf Grundlage eines auf die ermittelte Fehlerstelle B bezogenen ermittelten Signals der Abschnitt  
20 einer lichtempfindlichen Schicht 35 entsprechend dem Abschnitt B mit einem Elektronenstrahl (Fig. 3, Teil (c)) belichtet.

Schritt (d)

25

Danach wird die Maske 34 einem Entwicklungsprozeß ausgesetzt, wobei der belichtete Abschnitt der lichtempfindlichen Schicht 35 entfernt wird (Fig. 4, Teil (d)).

30 Schritt (e)

Darauffolgend wird mittels Trockenätzung oder Naßätzung oder dergleichen das nicht notwendige Muster 37 des Abschnittes B entfernt (Fig. 4, Teil (e)).

35

Schritt (f)

Schließlich wird die lichtempfindliche Schicht 35 und die Beschichtungssubstratschicht 32, wie erforderlich, entfernt,

wodurch die Maskenausbesserung durchgeführt ist (Fig. 4, Teil (f)).

Die Teile (a) - (h) aus Fig. 5 zeigen die Prozeßschritte, die gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung durchzuführen sind. Dieses Ausführungsbeispiel entspricht einem Beispiel, bei dem eine transparente Fehlerstelle oder eine nicht transparente Fehlerstelle, die beide auf der gleichen Maske vorhanden sind, ohne Störungen korrigierbar oder ausbesserbar sind.

Schritt (a)

Der Inhalt dieses Schrittes entspricht im wesentlichen dem des vorhergehend beschriebenen zweiten und dritten Ausführungsbeispiels.

Schritt (b)

Anschließend wird eine Oberfläche der Maske 34 mit einem Elektronenstrahl 36 abgetastet und eine transparente Fehlerstelle am Abschnitt A sowie eine nicht transparente Fehlerstelle am Abschnitt B ermittelt (Fig. 5, Teil (b)).

Schritt (c)

Danach werden auf Grundlage der Ermittlung die Abschnitte A und B mit einem Elektronenstrahl (Fig. 5, Teil (c)) bestrahlt. Zu diesem Zeitpunkt wird die Menge  $D_A$  der Strahlenbestrahlung am Abschnitt A kleiner festgelegt als die Menge  $D_B$  der Strahlenbestrahlung am Abschnitt B (d.h.  $D_A < D_B$ ).

Schritt (d)

Darauffolgend wird die Maske 34 einem Entwicklungsprozeß ausgesetzt. Zu diesem Zeitpunkt ist die Entwicklungszeitdauer derart festgelegt, daß das lichtempfindliche Material, das den Abschnitt A bedeckt, bleibt, aber das lichtempfindliche Material, das den Abschnitt B bedeckt, entfernt wird, (Fig.

5, Teil (d)). Beispielhaft wird eine derartige Entwicklungszeitdauer anhand eines in Fig. 6 gezeigten Graphen ermittelt. Hierbei zeigt der Graph aus Fig. 6 die Beziehung zwischen der Entwicklungsgeschwindigkeit (die Ordinate) zur Bestrahlungsmenge (die Abszisse). Bei diesem speziellen Beispiel wurde ein PMMA-Schutzlack verwendet und eine Beschleunigungsspannung von 20 kV und eine Entwicklungsflüssigkeit aus Isoamyl-Acetat verwendet. Die Entwicklungsgeschwindigkeit zur Bestrahlungsmenge ist unter diesen Bedingungen gezeigt. Es ist ersichtlich, daß die Beziehung der Entwicklungsgeschwindigkeit zur Bestrahlungsmenge veränderbar ist, und zwar abhängig vom verwendeten Schutzlackmaterial, einer verwendeten Beschleunigungsspannung für einen Elektronenstrahl und einem verwendeten Entwicklungsmittel. Daher ist es aufgrund der Ermittlung der Entwicklungszeit notwendig, diese Faktoren vollständig mit zu berücksichtigen.

Der Ausdruck "Entwicklungsgeschwindigkeit" bedeutet die Menge (Rate) der Verringerung in der Filmstärke einer lichtempfindlichen Schicht in Richtung seiner Dicke pro Zeiteinheit, wenn die lichtempfindliche Schicht in eine Entwicklungsflüssigkeit eingetaucht wird. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird die Entwicklungszeit  $t_d$  derart bestimmt, daß die folgende Beziehung erfüllt ist:

$$T_0/R_A > t_d > T_0/R_B \quad \dots(1)$$

wobei  $T_0$  die anfängliche Filmdicke der lichtempfindlichen Schicht und  $R_A$  und  $R_B$  jeweils die Entwicklungsgeschwindigkeiten bei den Abschnitten A und B sind.

Im Falle, daß die Höhe eines Musters auf einer Maske mit  $P$  bezeichnet ist und die Entwicklungszeit  $t_d$  derart ausgewählt ist, daß folgende Beziehung erfüllt ist, gilt:

$$(T_0-P)/R_A > t_d > T_0/R_B \quad \begin{matrix} (T_0 > P) \\ \dots(2) \end{matrix}$$



dann ist es möglich, die Beschädigung eines benachbarten Musterabschnittes neben dem Abschnitt A zu verhindern, und zwar während des im nächsten Schritt (e) durchzuführenden Ätzprozesses.

5

Um diese Beziehung zu gewährleisten, ist die folgende Beziehung erfüllt:

$$(T_0 - P)/R_A > T_0/R_B \quad \dots(3)$$

10

Um ebenso die Beziehung (3) zu sichern, sind die Entwicklungsgeschwindigkeiten  $R_A$  und  $R_B$  vorbestimmt, so daß sie die folgende Beziehung erfüllen:

$$(T_0 - P)/T_0 > R_A/R_B \quad \dots(4)$$

15

wobei die Menge der Elektronenstrahlbestrahlung zum Zeitpunkt der Musterprüfung mit  $D_S$  bezeichnet ist und, wenn die Entwicklungsgeschwindigkeit entsprechend  $D_S$  mit  $R_S$  bezeichnet ist, es notwendig ist, den Wert  $D_S$  derart zu bestimmen, daß die Beziehung  $R_S < R_A$  erfüllt ist.

20

#### Schritt (e)

Anschließend wird das nicht notwendige Muster am Abschnitt B mittels eines Ätzprozesses oder dergleichen (Fig. 5, Teil (e)) entfernt. In diesem Falle wird zudem die Beschichtungssubstratschicht 32 am Abschnitt B entfernt.

25

#### 30 Schritt (f)

Anschließend wird die Entwicklung der lichtempfindlichen Schicht 35 nochmals durchgeführt. Die Entwicklungszeit in diesem Falle ist derart festgelegt, daß lediglich der Abschnitt der lichtempfindlichen Schicht am Abschnitt A entfernt wird (Fig. 5, Teil (f)).

35

#### Schritt (g)

40

Darauffolgend wird ein ergänzendes Muster 33a am Abschnitt A gebildet, wobei dies beispielsweise mittels Beschichtung durchgeführt wird (Fig. 5, Teil (g)).

5

Schritt (h)

Schließlich wird die Beschichtungssubstratschicht 32 und die lichtempfindliche Schicht 35, wie erforderlich, entfernt, 10 wodurch die Maskenausbesserung durchgeführt wird (Fig. 5, Teil (h)).

Fig. 7 zeigt ein fünftes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, das einem Beispiel entspricht, in welchem, nach 15 der Ausbesserung einer nicht transparenten Fehlerstelle, wie etwa bei B im vierten Ausführungsbeispiel und während der Ausbesserung einer transparenten Fehlerstelle, wie etwa bei A, ein zusätzlicher Schritt eingeschlossen ist, um eine Beschichtungsbildung an einer Seitenwandfläche des Musters am 20 Abschnitt B zu verhindern.

Schritte (a) bis (e)

Diese für den Abschluß der Ausbesserung einer nicht 25 transparenten Fehlerstelle am Abschnitt B durchzuführenden Prozesse sind im wesentlichen die des vierten Ausführungsbeispiels aus Fig. 5 (Fig. 7, Teile (a) bis (e)). Es ist anzumerken, das es bei diesem Ausführungsbeispiel nicht immer notwendig ist, die Beschichtungssubstratschicht 30 zu entfernen.

Schritt (f)

35 Darauffolgend wird auf einer Seitenwandfläche eines Musters 31, das durch die Entfernung des lichtempfindlichen Materials am Abschnitt B aufgedeckt wird, eine Schutzschicht 39 zur Verhinderung einer Wiederfestlegung jeglichen Musters auf dieser Oberfläche vorgesehen (Fig. 7, Teil (f)). Eine

derartige Schutzschicht ist beispielsweise durch Beschichten herstellbar, beispielsweise von Nickel bis mehrere hundert Å.

5 Schritte (g) bis (i)

Darauffolgend wird, wie im vierten Ausführungsbeispiel, die lichtempfindliche Materialschicht 35 am Abschnitt A entfernt (Fig. 7, Teil (g)); ein Muster 36 mittels Beschichten am  
10 Abschnitt A gebildet, siehe beispielsweise (Fig. 7, Teil (h)); und schließlich die lichtempfindliche Schicht 35 und die Beschichtungssubstratschicht 32 entfernt, wodurch die Maskenausbesserung durchgeführt ist (Fig. 7 Teil (i)). In diesem Beispiel wird, verglichen mit der Filmbildung auf der  
15 Beschichtungssubstratschicht 32 ein Film mittels Beschichten auf der Schutzschicht 39 nicht leicht gebildet.

Daher wird lediglich im Abschnitt A ein Muster gebildet und im Abschnitt B kein Muster gebildet.

20

Bezogen auf Fig. 8 wird ein sechstes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung erklärt. Dieses Ausführungsbeispiel entspricht einem Beispiel, bei dem eine transparente Fehlerstelle und eine nicht transparente Fehlerstelle ohne  
25 Unterbrechung korrigiert oder ausgebessert werden sollen, wobei die transparente Fehlerstelle, verglichen mit dem vierten Ausführungsbeispiel, am Abschnitt A zuerst ausgebessert wird.

30 Schritt (a)

Der bei diesem Schritt durchzuführende Prozeß gleicht im wesentlichen dem des vorhergehenden Ausführungsbeispiels.

35 Schritt (b)

Anschließend wird durch Elektronenstrahlabtastung eine transparente Fehlerstelle am Abschnitt A und eine nicht transparente Fehlerstelle am Abschnitt B ermittelt (Fig. 8,  
40 Teil (b)).

Schritt (c)

- Anschließend werden Abschnitte einer lichtempfindlichen
- 5 Schicht 35, die die Abschnitte A und B bedeckt, mit einem Elektronenstrahl (Fig. 8, Teil (c)) bestrahlt. Zu diesem Zeitpunkt ist die Menge der Bestrahlung an den Abschnitten A und B zurückgesetzt, um  $D_A > D_B$  zu erfüllen.

10 Schritt (d)

- Darauffolgend wird die lichtempfindliche Schicht entwickelt. Mittels des Entwicklungsprozesses wird das lichtempfindliche Material am Abschnitt A entfernt, wohingegen das
- 15 lichtempfindliche Material am Abschnitt B teilweise bleibt (Fig. 8, Teil (d)). Es verbleibt nämlich eine lichtempfindliche Schicht 38 mit reduzierter Dicke auf dem nicht notwendigen Muster 37.

20 Schritt (i)

- Anschließend wird die Beschichtung durchgeführt, wobei ein durch Beschichten wachsender Film auf der Beschichtungssubstratschicht 32 im Abschnitt A gebildet wird
- 25 und schließlich ein Muster 39 darauf gebildet wird (Fig. 8, Teil (e)).

Schritt (f)

- 30 Darauffolgend wird eine Ätzunterbindungs- oder Widerstandsschicht 40 auf dem derart ausgebesserten und wiedergebildeten Muster 33a am Abschnitt A (Fig. 8, Teil (f)) gebildet. Diese Ätzunterbindungsschicht 40 ist vorgesehen, um das Muster 33a gegen deren Ätzen während eines später
- 35 durchzuführenden Ätzprozesses zu schützen, wobei das nicht notwendige Muster am Abschnitt B entfernt wird. Besteht ein Muster aus Gold, kann eine derartige Ätzunterbindungsschicht 40 durch Beschichten des Musters 33a mit beispielsweise Nickel geschaffen werden.

Schritt (g)

Anschließend wird die Schicht 38 aus lichtempfindlichen Material auf dem nicht notwendigen Muster 37 im Abschnitt B  
5 entfernt (Fig. 8, Teil (g)).

Schritt (h)

Danach wird das nicht notwendige Muster 37 im Abschnitt B  
10 mittels Ätzung entfernt, beispielsweise (Fig. 8, Teil (h)).  
Besteht ein Muster aus Gold und ist die  
Ätzunterbindungsschicht 40 aus Nickel gebildet, ist das Ätzen  
zur Entfernung der nicht notwendigen Schicht mittels eines  
Trockenätzprozesses, beispielsweise unter Verwendung von Kr,  
15 durchführbar.

Schritt (i)

Schließlich wird die Beschichtungssubstratschicht 32, die  
20 lichtempfindliche Schicht 35 und die Ätzunterbindungsschicht  
40, wie erforderlich, entfernt, wodurch die  
Maskenausbesserung durchgeführt ist (Fig. 8, Teil (i)).

Während die Erfindung anhand der darin gezeigten Aufbauten  
25 beschrieben worden ist, ist diese nicht auf die  
bekanntgemachten Einzelheiten beschränkt und soll diese  
Anmeldung derartige Modifikationen oder Änderungen abdecken,  
die innerhalb des Bereichs der folgenden Ansprüche liegen.

5

10

Patentansprüche

15

1. Verfahren zum Prüfen einer Maske mit einem Maskenmuster, welches auf einem Substrat wahlweise gebildet ist und zum Ausbessern jeglicher Fehlerstelle der Maske, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:

Beschichten der Maske mit einem Schutzlack-Material, welches mittels Bestrahlung aktivierbar ist;

Prüfen jeglicher Fehlerstelle des Maskenmusters unter Verwendung eines Elektronenstrahls, wobei die Intensität des auf die Maske auftreffenden Elektronenstrahls auf ein Niveau festgelegt ist, so daß im wesentlichen keine Verringerung der Filmdicke des Schutzlack-Materials erzeugt wird, während es entwickelt wird;

wahlweise Bestrahlung eines Abschnittes der Schutzlackbeschichtung nach dem Prüfen, und zwar entsprechend einer ermittelten Fehlerstelle, falls überhaupt, mit einem Elektronenstrahl mit einer Intensität auf einem Niveau, das eine Verringerung in der Filmdicke des Schutzlack-Materials erzeugt, während es entwickelt wird;

Entwickeln des Abschnittes der Schutzlackbeschichtung, die mit dem Elektronenstrahl wahlweise bestrahlt wurde, um die ermittelte Fehlerstelle aufzudecken; und  
Ausbessern der aufgedeckten Fehlerstelle.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Prüfen die Ermittlung von Sekundärelektronen

aufweist, die auf die Bestrahlung mit dem Elektronenstrahl hin erzeugt worden sind, um das Maskenmuster zu ermitteln.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,  
5 daß das Prüfen ein Vergleichen des ermittelten Maskenmusters mit einem Referenzmuster und das Ermitteln jeglicher Fehlerstelle des Maskenmusters auf der Grundlage dieses Vergleichs aufweist.

10 4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausbessern zumindest Beschichten, Entfernen und Ätzen aufweist.

5 5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Schutzlack-Material einen Positiv-Schutzlack aufweist.

6. Vorrichtung für die Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, mit:  
20 einer Einrichtung (1) zum Anbringen einer Maske mit einer durch Bestrahlung aktivierbaren Schutzlackbeschichtung (5);

einer Einrichtung zur Bestrahlung der Maske mit Elektronenstrahl-Bestrahlung auf zumindest drei  
25 Energieniveaus, wobei das erste Niveau für die Ermittlung einer Fehlerstelle der Maske, das zweite Niveau (DA) für das Ausbessern einer transparenten Fehlerstelle und das dritte Niveau (DB) für das Ausbessern einer nicht-transparenten Fehlerstelle ist;

30 einer Einrichtung (6) für die Ermittlung von durch die Maske abgegebener Bestrahlung;

einer Einrichtung (15) für die Speicherung von Referenzmusterdaten; und

einer Einrichtung (12), um zu bewirken, daß die  
35 Bestrahlungseinrichtung die Maske mit einer Bestrahlung des ersten Niveaus bestrahlt, um ermittelte Musterdaten von der Ermittlungseinrichtung festzulegen, um die ermittelten Musterdaten mit Referenzmusterdaten zu vergleichen und um zu bewirken, daß die Bestrahlungseinrichtung die Maske mit  
40 Bestrahlung des zweiten oder dritten Niveaus bestrahlt, und

zwar wahlweise an Stellen, die mittels des Vergleichs  
bestimmt wurden.





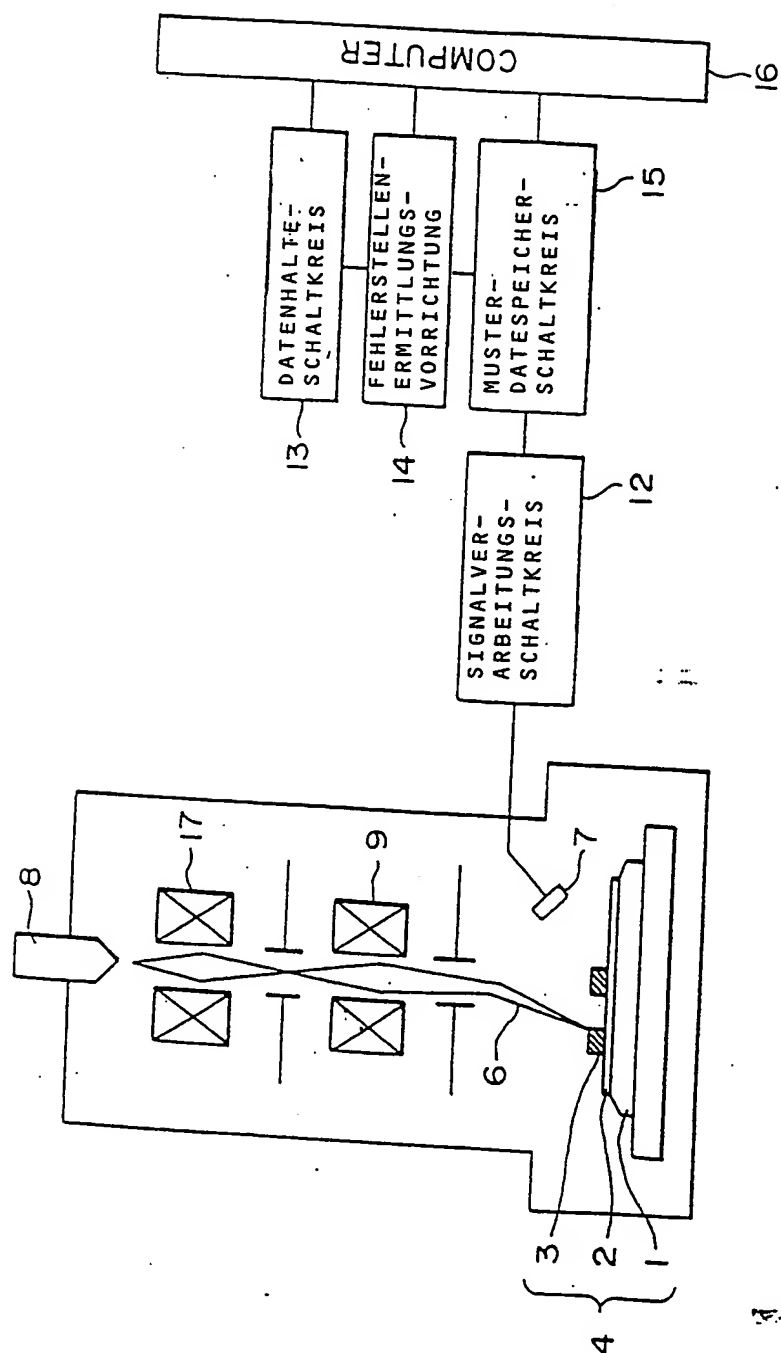


FIG. 2

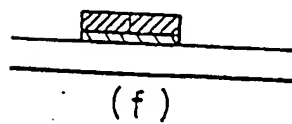
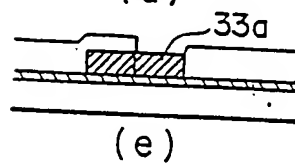
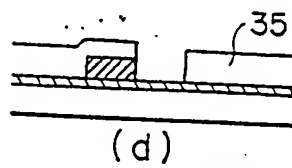
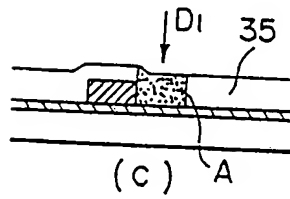
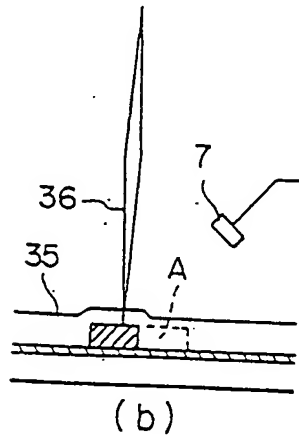
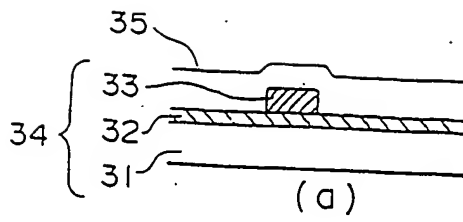


FIG. 3

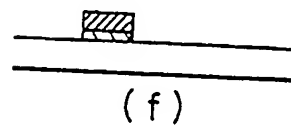
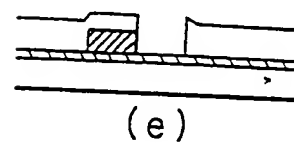
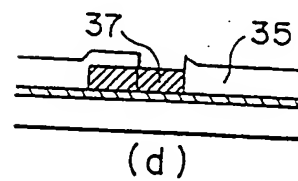
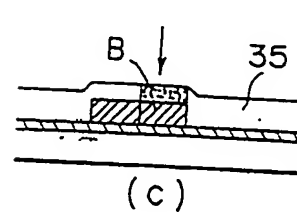
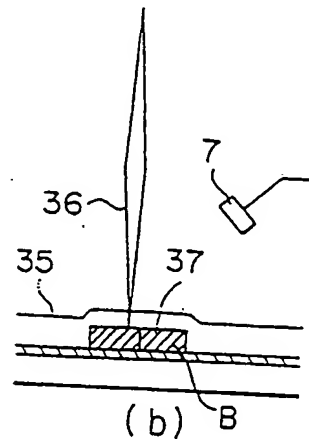
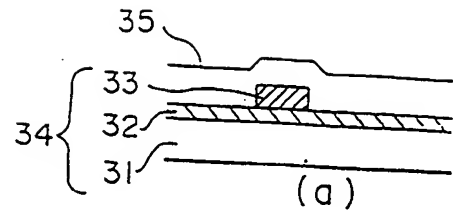


FIG. 4

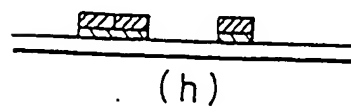
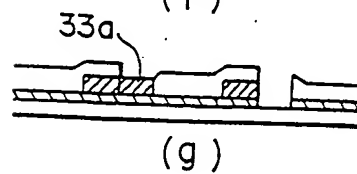
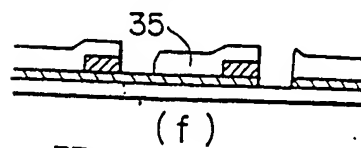
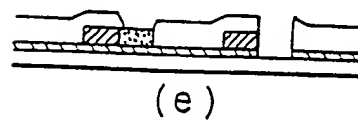
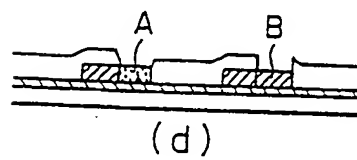
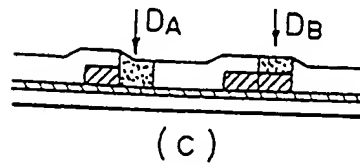
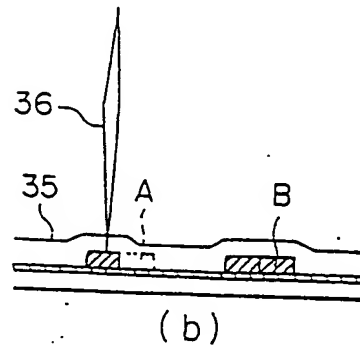
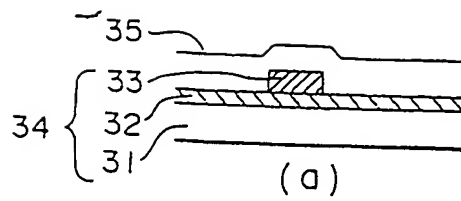


FIG. 5

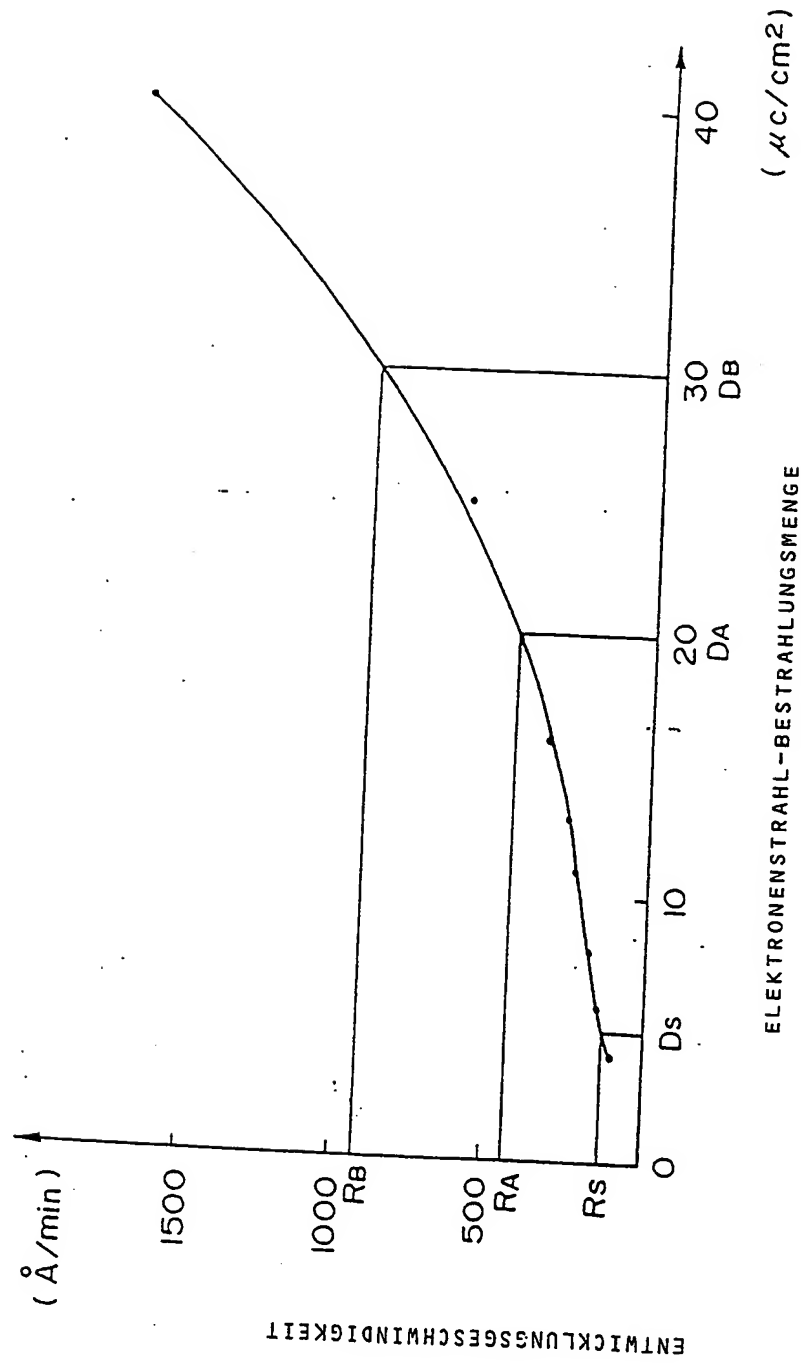


FIG. 6

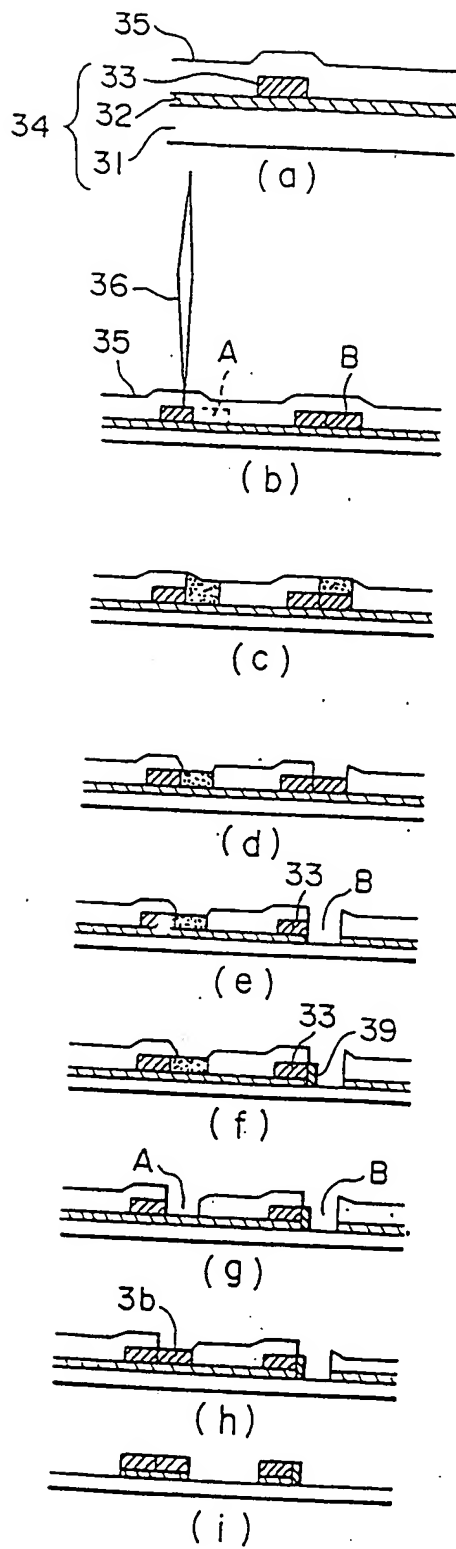


FIG. 7

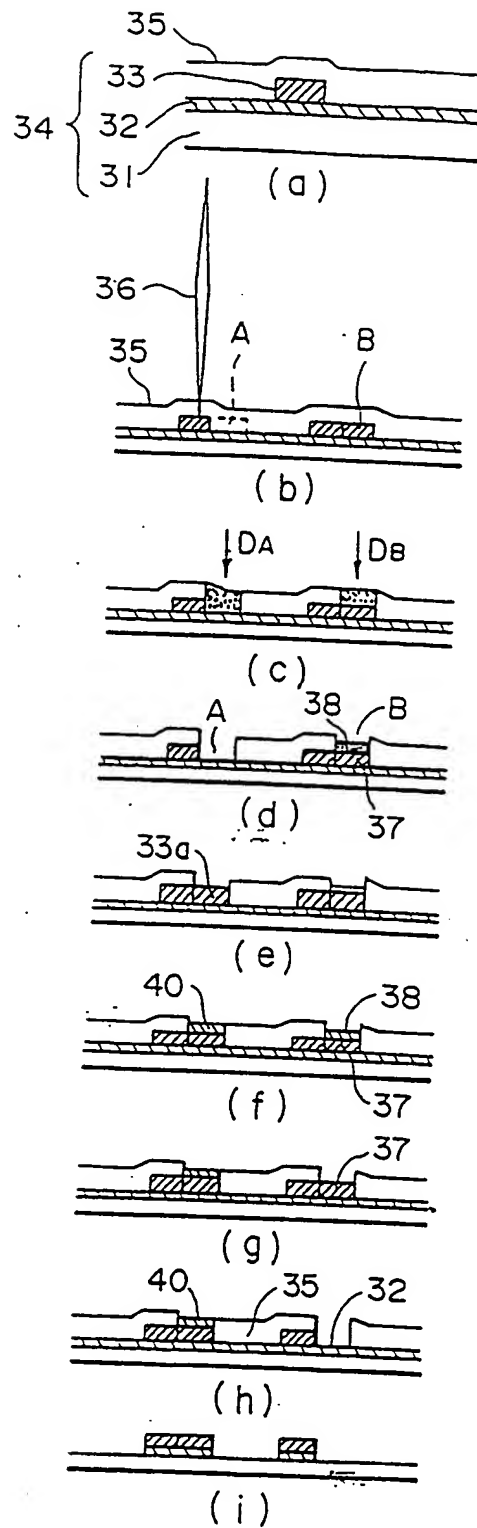


FIG. 8